

Aus der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt Luzern

Oberarzt: Prof. Dr. F. Lang

Arbeit unter Leitung von PD Dr. F. Jenny, Luzern

Über Nervenverletzungen

Untersuchungen auf Grund von 103 Fällen aus dem Aktengut
der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von

FRANZ STAMPFLI

von Kriegstetten

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. F. Lang und PD Dr. F. Jenny

ZÜRICH 1953

BUCHDRUCKEREI BERICHTHAUS ZÜRICH



Über Nervenverletzungen

Untersuchungen auf Grund von 103 Fällen aus dem Aktengut
der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt

Von Franz Stampfli

I. Krankengut

Unseren Betrachtungen liegen Krankengeschichten aus dem Verletztengut der Suva zugrunde. Es handelt sich um 103 Versicherte mit 117 Nervenverletzungen. Um einen besseren Überblick über das Krankenmaterial geben zu können, möchten wir gleich darlegen, wie sich diese 117 Nervenschädigungen auf die einzelnen Nerven und auf die im Laufe der Behandlung ausgeführten Operationen verteilen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1

Überblick über Nervenoperationen und Verletzungen

	<i>Ulnaris</i>	<i>Medianus</i>	<i>Radialis</i>	<i>Peroneus</i>	<i>Ischiad.</i>	<i>Saphenus</i>	<i>Total</i>
Totale Nähte . . .	24	22	6	2	1	—	55
Partielle Nähte . .	3	6	—	—	—	—	9
Neurolysen . . .	7	7	6	—	1	—	21
Keine Operation am Nerv . . .	16	12	4	—	—	1	32
	49	47	16	2	2	1	117

Die Auswahl der 103 Beobachtungen aus dem Verletztengut der Suva, auf denen die vorliegende Arbeit fußt, wurde nach folgenden Gesichtspunkten getroffen. Berücksichtigt wurden Versicherte, die in der Zeit von 1943–51 durch Unfall eine periphere Nervenverletzung erlitten oder infolge einer früheren traumatischen Nervenverletzung in dieser Zeit eine Invalidenrente bezogen (13 Fälle). Nicht einbezogen wurden die Plexusverletzungen, die Berufskrankheiten sowie die Beobachtungen, bei denen der Zusammenhang zwischen Nervenschaden und Unfall fehlt oder unwahrscheinlich ist.

Bei den Betrachtungen des Materials fällt vorerst auf, daß es sich *mit wenigen Ausnahmen um Rentner* handelt. Von den 103 Versicherten weisen 92 eine dauernde Invalidität auf.

Die Frage drängt sich auf: «Weshalb ein so hoher Prozentsatz von dauernd Geschädigten?» Liegt die Ursache etwa in einer ein-

seitigen Auswahl der Fälle? Die Heilungsaussichten von Nervenverletzungen sollen ja nach Angaben zahlreicher Autoren in weit mehr als 50% der Fälle gut sein (s. Tabelle 5). Um diese Frage zu beantworten, müssen wir einmal auf die schlechten Behandlungsergebnisse der operierten Fälle verweisen (s. Kapitel IV); ferner ist bemerkenswert, daß fast die Hälfte derjenigen Versicherten, bei welchen ein verletzter Nerv praktisch wieder voll funktionstüchtig geworden ist, entweder wegen kombinierter Nervenschädigungen oder wegen der Begleitverletzungen (Muskel-, Sehnenverletzungen) Rentner geworden sind.

Beim Erheben der neurologischen Befunde, bei der Beurteilung des Verlaufs und der Behandlungsergebnisse stützen wir uns ausschließlich auf das Aktenmaterial der Suva. Persönliche Untersuchungen von Patienten haben wir keine vorgenommen. Bei der Auswertung der Akten stellten wir in erster Linie auf die fachärztlichen Gutachten, die Operationsberichte und die kreisärztlichen Untersuchungsberichte ab.

II. Pathologische Anatomie und Physiologie der Nervenverletzung

Dem Arzt stellt sich angesichts einer Nervenverletzung in erster Linie die Frage, welche Art von Läsion vorliegt. Ferner wird er im Laufe der Behandlung zu ermitteln versuchen, welche morphologischen Veränderungen sich im Nerv abspielen. Diese Feststellungen sind für den Arzt deshalb wichtig, weil sie den Weg für die einschlagende Therapie weisen. Er wird z. B. ganz andere Vorkehrungen treffen, wenn er weiß, daß ein Nerv vollständig durchtrennt ist, als wenn er annehmen muß, daß nur die Achsenzyylinder, nicht aber ihre Umhüllungen zerstört sind, oder gar, wenn er zum Schluß kommt, daß trotz völligem Fehlen jeder Funktion des Nerven sowohl Hüllen als auch Achsenzyylinder intakt oder nur leicht geschädigt sind.

Aber auch die Ergebnisse der experimentellen Forschung und der wissenschaftlichen Diskussionen, die bisher mehr theoretisches denn praktisches Interesse zu besitzen schienen, sind von größter Wichtigkeit. Die Frage: «Wie heilt eigentlich ein verletzter Nerv? Von welchen Faktoren hängt eine Regeneration letztlich ab?» steht im Brennpunkt aller therapeutischen Bemühungen.

Wir möchten im Rahmen dieser Arbeit nur ganz kurz auf diese so wichtige Frage eingehen und uns begnügen, auf allgemein bekannte Vorgänge hinzuweisen, die sich im Nerv nach seiner Verletzung abspielen.

Ist ein Nerv derart geschädigt worden, daß er für längere Zeit seine Leitfähigkeit eingebüßt hat, so zerfallen distal der Unterbrechungsstelle, die in schwersten Fällen einer anatomischen Kontinuitätstrennung des Nervs gleichkommt, Achsenzylinder und Markscheiden (*Wallersche Degeneration*). Dieser Zerfall erfolgt nicht plötzlich, sondern dauert einige Zeit. Diese Tatsache muß bei elektro-diagnostischen Prüfungen berücksichtigt werden; die indirekte Erregbarkeit des Muskels vom Nerv aus erlischt nämlich nicht sofort, sondern erst ungefähr nach zwei Wochen (*Tillmann*). Auch proximal der Läsionsstelle entartet der Nerv bis zum nächsten *Ranvierschen* Schnürring. Die Ursprungszellen im Rückenmark bzw. im Spinalganglion zeigen die sog. «retrograden Zellveränderungen», ohne aber dabei zugrunde zu gehen.

Während Achsenzylinder und Markscheiden zerfallen, treten die *Schwannschen* Zellen in ein Stadium der Proliferation. Teils wandeln sie sich zu Phagozyten um und sind mit dem Abtransport der Zerfallprodukte beschäftigt, teils ordnen sie sich zu röhrenförmigen Strängen, den sog. *Büngerschen Bändern*, welche den später wieder auswachsenden Achsenzylindern, sofern diese im Bereich der Verletzung den Anschluß nicht verfehlen, gleichsam als Leitkanäle dienen. In diesen wachsen die Nervenfasern mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit peripherwärts. *Tinel* hat sie mit Hilfe des nach ihm benannten Klopfzeichens gemessen. Sie beträgt ungefähr 0,5–2 mm pro Tag. Die Werte sind für die einzelnen Nerven verschieden und hängen von zahlreichen, meist wenig bekannten Faktoren ab.

Die Zeit, die verstreicht, bis die Nervenfasern ihr Ziel erreichen, hängt infolgedessen in erster Linie von der Distanz zwischen Erfolgsorgan und Verletzungsstelle ab. Nach *Tillmann* dauert dieser Vorgang im Minimum durchschnittlich 4–6 Monate.

Richten wir nun unser Augenmerk wieder auf die Verletzungsstelle selbst. In erster Linie interessiert uns die Frage, welche Chancen nun die in großer Zahl auswachsenden Achsenzylinder (nach *Dogliotti* sind es etwa zwei- bis dreimal mehr als ursprünglich vorhanden) haben, die distal der Unterbrechungsstelle sich formierenden Leitkanäle zu erreichen.

Im Falle einer *totalen Durchtrennung* des Nervs sind diese Chancen praktisch gleich Null. Die regenerierenden Achsenzylinder wachsen in alle Richtungen wirt durcheinander und bilden schließlich – zusammen mit bindegewebigen Bestandteilen – einen Knäuel, der als Neurom imponieren kann. Wird hingegen der durchtrennte Nerv genäht, so kann ein Großteil der Achsenzylinder die *Büngerschen Bänder* erreichen und ihnen entlang peripherwärts auswachsen. Bei diesem Anschluß spielt nun die Topographie der hinsichtlich ihrer Funktion unterschiedlichen Fasern eine ausschlaggebende Rolle: Die einzelnen Achsenzylinder müssen gleichsam aufs richtige Geleise gelangen. Erreicht eine motorische Nervenfaser z. B. einen Führungskanal, der zu einem sensiblen Endorgan führt, wird sie nie funktionieren können; ebenso zwecklos wird ihr Auswachsen sein, wenn sie zu einem Beuger gelangt, während sie für einen Strecker bestimmt ist. *Ehalt* hat sehr schön gezeigt, daß die Prognose der Naht von gemischten Nerven schlechter ist als von rein sensiblen oder rein motorischen, was uns angesichts der soeben erwähnten Erkenntnisse verständlich erscheint. Auch die Tatsache, daß die Radialisnaht die bessere Prognose hat als z. B. die Wiedervereinigung des Ulnaris (vergleiche Kap. IV), wird uns begreiflich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß der Radialis Muskeln mit vorwiegend Streckfunktion, der Ulnaris aber Muskeln mit zahlreichen voneinander sehr verschiedenen Funktionen innerviert.

Etwas anders als bei der totalen Durchtrennung liegen die Verhältnisse, wenn der Nerv durch Druck, Dehnung, Quetschung, Kompression usw. zwar geschädigt wird, *seine anatomische Kontinuität aber beibehält*. Hier ist der Grad der Schädigung ausschlaggebend für Art und Erfolg der reparativen Vorgänge.

Führen die Zertrümmerungsherde innerhalb der Nervenstränge zur vollstän-

digen Destruktion des Nervenkanals, so entsteht meist ein Narbengewebe, das für die regenerierenden Achsenzylinder ein unüberwindliches Hindernis darstellt; die Verhältnisse liegen dann ähnlich wie bei einer vollständigen Durchtrennung, und nur die Resektion dieses «Kontinuitätsneuroms» mit nachfolgender Naht kann eine Regeneration ermöglichen. Sind durch direkte oder indirekte Wirkung des Traumas nur Nervenfasern zerstört, die bindegewebigen Scheiden aber erhalten, so besteht die Möglichkeit einer spontanen Regeneration, indem die Achsenzylinder ohne allzu große Anschlußschwierigkeiten die *Büngerschen Bänder* erreichen können. Solche Spontan-Regenerationen werden nicht allzu selten beobachtet.

Foerster stellte fest, daß von 2915 Schußverletzungen 1320 (= 45%) nach ausschließlich konservativer Therapie zur völligen Wiederherstellung kamen.

Ehalt sah unter 77 Friedensverletzungen 23mal eine spontane Restitution.

Aus unserem Krankengut können nur 3 Beobachtungen aufgeführt werden, die ohne Eingriff vollständig ausheilten (vgl. Kap. V).

Wieder anders sind die reparativen Vorgänge, wenn die *Achsenzylinder nicht zerstört, sondern nur «reversibel» geschädigt worden sind*. Der Nerv büßt seine Leitfähigkeit für eine gewisse Zeit (nach *Dogliotti* höchstens zehn Tage lang) ein. Eine solche Wiederherstellung der Nervenfunktion ist von der oben beschriebenen eigentlichen Regeneration, bei welcher die Nervenfasern entlang einer sehr großen Wegstrecke während Monaten auswachsen muß, grundsätzlich zu unterscheiden.

III. Art der Unfälle und der Nervenverletzungen

Ebenso mannigfaltig wie die zahlreichen Unfälle und Mechanismen, die zu Nervenverletzungen führen können, sind die diesbezüglichen Einteilungen der verschiedenen Autoren. Es seien hier nur drei zitiert:

Ehalt unterscheidet prinzipiell zwischen offenen und geschlossenen Nervenverletzungen, und zwar deshalb, weil nach seinen Untersuchungen die geschlossenen Verletzungen ohne Operation bessern und heilen, während bei den offenen der Nerv meist operativ angegangen werden muß.

Foerster teilt ein in primäre Schädigung durch unmittelbare Einwirkung der traumatischen Gewalt auf den Nerv und sekundäre Schädigung infolge primärer Verletzung anderer Gewebe mit Rückwirkung auf den Nerv.

Troëll und *Bohmann* halten auseinander, ob die neurologischen Symptome in unmittelbarem Anschluß an die Gewalteinwirkung oder erst allmählich aufgetreten sind.

Bei unseren 103 Patienten handelt es sich um 92 offene und 11 geschlossene Verletzungen. Allerdings gingen diese 11 geschlossenen Verletzungen keineswegs einer spontanen Heilung entgegen, wie sie bei einem Großteil der von *Ehalt* publizierten Fälle eintrat; 9mal mußte eine Neurolyse durchgeführt werden, weil entweder die Symptome sich verschlimmerten oder eine spontane Besserung innerhalb 6 Monaten ausblieb.

Die mannigfaltige Art der Traumen, die bei unsern Fällen eine Nervenschädigung zur Folge hatten, und ihre Verteilung auf die einzelnen Nerven sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Zusammenstellung der Unfälle, Verteilung auf die einzelnen Nerven

Unfall Verletzung durch	Ulnaris	Medianus	Radialis	Peronaeus	Ischiad.	Saphenus	Kombinierte Nervenverl.	Zahl der verletzten Patienten
Glas	15	11	1	—	—	—	4	31
Fräse	2	3	—	—	—	—	3	8
Messer, Schere	7	2	1	—	—	—	—	10
Beil, Gerte	1	3	—	2	1	—	—	7
Stechbeutel	—	4	—	—	—	—	1	5
Blechkante	2	3	—	—	—	—	—	5
Verkehrsunfall	—	1	1	—	—	—	1	3
Splitter, Metall, Holz	1	1	—	—	—	—	1	3
Zahnradmaschine . . .	1	—	—	—	—	—	1	2
Hobelmaschine	—	—	—	—	—	—	1	1
Propeller	1	—	—	—	—	—	—	1
Pfählung, Zaun	1	—	—	—	—	—	—	1
Kirschner-Extension	2	—	—	—	—	—	—	2
Küntscher-Nagel . . .	1	—	—	—	—	—	—	1
Drahtentfernung (Humerus)	—	—	1	—	—	—	—	1
Durchtrennung bei Operationen	—	—	—	—	—	1	—	1
Walzmaschine	1	2	—	—	—	—	—	3
andere Einklem- mungen	—	2	2	—	—	—	—	4
Schlag, Sturz	2	—	2	—	—	—	—	4
Hochspannung	1	1	—	—	—	—	—	2
Knochen(fragmente)	—	1	5	—	—	—	—	6
Distorsion beim Fußball	—	—	—	—	1	—	—	1
	38	34	13	2	2	1	13	103

scharfe Gewalt:

78 Patienten

iatrogene
Verletzungen

5 Patienten

stumpfe Gewalt

11 Patienten

2 Patienten

6 Patienten

Dehnung
1 Patient

Auf dieser Zusammenstellung ist zu sehen, daß über drei Viertel der Unfälle, die eine Nervenschädigung im Gefolge hatten, durch Einwirkung scharfer Gewalt verursacht wurden. Betrachtet man aber nur den Medianus und den Ulnaris, so kann man feststellen, daß beinahe 90% der ursächlichen Verletzungen durch scharfe Gewalt entstanden sind, während sie bei der Radialisschädigung nur

den dritten Teil ausmachen. Zu kombinierten Nervenverletzungen kam es ausschließlich infolge Einwirkung scharfer Gewalt.

Bei den penetrierenden Verletzungen handelt es sich bis auf wenige Ausnahmen um Schnittwunden. Fast die Hälfte davon sind Glasscherbenverletzungen, ein Viertel Fräsen- und Messerverletzungen. Diese Zahlen stimmen fast ausnahmslos überein mit Veröffentlichungen anderer Autoren, z. B. fand *Bachmann* unter 30 Fällen 18 Schnitt- und Stichverletzungen, davon wurde genau die Hälfte durch Glasscherben verursacht.

Die iatrogenen Nervenschädigungen machen 4,8% aller Verletzungen aus.

Auf welche Art der einzelne Nerv durch diese mannigfaltigen Traumen anatomisch geschädigt wurde, ist aus Tabelle 3 zu ersehen. Zu dieser Zusammenstellung müssen wir allerdings ergänzend

Tabelle 3
Art und Verteilung der Nervenschädigung

<i>Art der Nervenschädigung</i>	<i>Ulnaris</i>	<i>Medianus</i>	<i>Radialis</i>	<i>Peronaeus</i>	<i>Ischiad.</i>	<i>Saphenus</i>	<i>Total</i>
Totale							
Durchtrennung	25	21	6	2	1	1	56
Partielle							
Durchtrennung	13	12	—	—	—	—	25
Quetschung	4	4	7	—	—	—	15
Narbenkompression	6	5	—	—	—	—	11
Kallusummauerung	—	—	1	—	—	—	1
Zerrung	—	—	—	—	1	—	1
Unsichere Diagnose	1	5	2	—	—	—	8
Total	49	47	16	2	2	1	117

Tabelle 4
Lokalisation der Nervenverletzungen

<i>Ort der Verletzung</i>	<i>Ulnaris</i>	<i>Media- nus</i>	<i>Radia- lis</i>	<i>Pero- naeus</i>	<i>Ischia- dicus</i>	<i>Saphe- nus</i>	<i>Komb. N.-Verl.</i>	<i>Total</i>
Oberarm . . .	7	—	11	—	—	—	3	21
Ellbogen . . .	7	3	—	—	—	—	2	12
Vorderarm . . .	4	2	2	—	—	—	1	9
Handgelenk . .	20	29	—	—	—	—	7	56
Oberschenkel .	—	—	—	—	1	—	—	1
Knie	—	—	—	2	1	—	—	3
Unterschenkel .	—	—	—	—	—	1	—	1
Total	38	34	13	2	2	1	13	103

hinzufügen, daß zu einem Großteil der Fälle mit partieller Durchtrennung oder Quetschung nachträglich eine Narbenkompression hinzukam, welche Verlauf und Therapie meist erheblich beeinflusste.

Über die Lokalisation der einzelnen Verletzungen gibt Tabelle 4 Auskunft. Über die Hälfte aller Nervenverletzungen finden sich im Bereich des Handgelenks. Der Radialis wurde, von zwei Ausnahmen abgesehen, am Oberarm geschädigt. Unter den kombinierten Nervenverletzungen lokalisieren sich ebenfalls mehr als die Hälfte auf das Handgelenk.

Unter den offenen Nervenverletzungen sind viele mit andern Verletzungen kombiniert. Betroffen sind vor allem Sehnen, Muskeln, Arterien, Knochen. *Ehalt* fand unter 49 Fällen 36mal (= 73%) gleichzeitig andere Verletzungen. Unter unsern 92 Fällen offener Verletzungen sind es 55, also 60%. Sie verteilen sich wie folgt:

<i>Begleitverletzungen an</i>	<i>Bei unseren Beobachtungen</i>	<i>Im Krankengut von Ehalt</i>
Sehnen . .	40 = 44%	21 = 43%
Muskeln .	25 = 27%	7 = 14%
Arterien .	14 = 15%	20 = 41%
Frakturen .	12 = 13%	5 = 10%

IV. Behandlungsergebnisse der operierten Fälle

A. Beurteilung von Erfolg und Mißerfolg

Eine große Zahl von Autoren haben über Erfolge und Mißerfolge von Nervenoperationen Statistiken publiziert. Ihre in Prozenten angegebenen Resultate sind voneinander so sehr verschieden, daß man gezwungen ist anzunehmen, ein jeder Autor habe seinen eigenen, von den andern völlig abweichenden, Kriterien der Beurteilung.

Zur Illustration des Gesagten möchten wir auf Tabelle 5 verweisen, wo sich die statistischen Ergebnisse von Nervennähten zusammengestellt finden.

Foerster verzeichnete bei 397 Verletzungen in 96% Erfolge, während *Herzog* bei 16 Patienten in 12,5% Heilungen oder Besserungen fand. *Bunnell* schreibt, im N. ulnaris scheine eine vollständige Restitution der motorischen Funktion unbekannt zu sein, und auch die Wiederkehr der sensiblen Funktion sei eine große Seltenheit. Auch *Hanke* erklärt, daß eine Restitutio ad integrum nach Nervenoperationen fast nie eintrete.

In Anbetracht von derartigen Unterschieden scheint es uns jedenfalls völlig illusorisch, lediglich die nackten Zahlen miteinander vergleichen zu wollen oder gar daraus einen Durchschnittswert zu errechnen. Vielmehr ist es notwendig, die verschiedenen Voraussetzungen und Gesichtspunkte der einzelnen Autoren zu kennen und mit in Betracht zu ziehen.

Eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Abweichungen zwischen den einzelnen Statistiken spielt die Verschiedenheit der Maßstäbe, nach welchen das Resultat einer Nervenoperation als Erfolg oder Mißerfolg gedeutet wird. Wohl gilt bei fast allen Autoren der Grundsatz, daß man von Heilung nur sprechen könne, wenn vor allem auch die *praktische Gebrauchsfähigkeit des Gliedes wiederherge-*

Tabelle 5
Zusammenstellung der Nervennahtresultate verschiedener Autoren
— (nach Foerster)

<i>Autor</i>	<i>Zahl</i>	<i>Erfolg</i> %	<i>Heilung</i> %	<i>Besserung</i> %	<i>Kein Erfolg</i> %
<i>Foerster</i>	370	97	55	42	3
<i>Stracker</i>	147	75	13	62	25
<i>Roeper</i>	84	22,7	6	16,7	77,3
<i>Ranschburg</i>	414	35,7	—	—	63,3
<i>Stoffel</i>	127	62	26	36	38
<i>Spielmeyer</i>	100	59	23	36	41
<i>Borchardt</i>	59	59,3	—	—	40,7
<i>Perthes</i>	74	66	—	—	34
<i>Lehmann</i>	69	39,1	—	—	60,9
<i>Mauß und Krüger</i>	42	43	—	—	57
<i>Künzel</i>	44	67,7	—	—	32,3
<i>Pelz</i>	18	22,2	—	—	77,8
<i>Moro</i>	17	82,3	—	—	17,7
<i>Hofmann</i>	22	81,8	—	—	18,2
<i>Herzog</i>	16	12,5	—	—	87,5
<i>Wexberg</i>	57	54,5	—	—	45,6
<i>Ranzi</i>	31	48,4	—	—	51,6
<i>Kakula</i>	40	70	—	—	30
<i>Rost</i>	24	56,5	—	—	44,5
<i>Cassirer</i>	78	51	—	—	49
<i>Steinthal</i>	40	27,5	—	—	72,5
Fälle	1878	60%			40%

stellt sei. Dies klingt sehr einfach, am konkreten Falle treten aber auch hier oft erhebliche Schwierigkeiten der Beurteilung auf. Wir möchten dies an einem Beispiel aus unserem Krankengut erörtern:

Der 31jährige kaufmännische Lehrling J. Z. (VI/16180/49) zog sich eine Glasscherbenverletzung am rechten Handgelenk zu, wobei der N. ulnaris total durchtrennt wurde. Die Nervennaht war aus technischen Gründen unmöglich. 2 Jahre nach dem Unfall wird das Vollbild einer distalen Ulnarislähmung festgestellt. Der 4. und 5. Finger stehen in leichter Krallenstellung, wobei der Kleinfinger etwas absteht und nicht adduziert werden kann; die Muskulatur des Hypothenar und die Interossei sind atrophisch; es besteht der charakteristische Ausfall der Sensibilität. Fragen wir uns jetzt aber, wie es um die praktische Gebrauchsfähigkeit dieser Hand

steht, so sind wir erstaunt zu vernehmen, daß der junge Kaufmann in seinem Beruf wie auch in der Freizeit seine Hand voll gebrauchen kann. Er kann wieder Schreibmaschinenschreiben wie früher. Für ihn besteht die Lähmung einzig darin, «daß der kleine Finger etwas absteht». Die Rente von 10% wurde dieses Jahr sistiert.

Solche Lähmungen mit erstaunlich guter Angewöhnung können ja nicht selten festgestellt werden. Eine Beobachtung einer totalen Medianus-Durchtrennung sei noch kurz erwähnt:

U. E., III/581/47, ein 52jähriger Maurer, verletzte sich mit Glasscherben einer Flasche am rechten Handgelenk, wobei eine Beugesehne sowie der N. medianus zerschnitten wurden. Beim Operationsversuch konnte der distale Medianusstumpf nicht gefunden werden, es kam also in der Folgezeit sicher zu keiner Regeneration vom Nerv aus. Trotzdem konnte der Verunfallte nach drei Jahren dank dem wirksamen Einspringen der Synergisten seine Finger so bewegen, daß gegenüber der andern Hand kein Unterschied mehr bestand. Wegen des sensiblen Ausfalls und wegen leichter trophischer Störungen erhielt der Mann eine Dauerrente von 15%. – Wäre seinerzeit der Medianus genäht worden, welcher Begutachter würde nicht der Versuchung unterliegen, die gute Beweglichkeit auf Kosten der «erfolgreichen» Naht zu buchen?

Aber auch jene Fälle sind uns wohl bekannt, bei welchen die Regeneration des Nervs zwar eintritt, die gelähmten Muskeln sich wieder zu kontrahieren beginnen, die totalen Entartungsreaktionen verschwinden, aber Überempfindlichkeit, Schmerzen bei Bewegungen durch Zug an der Narbe oder schwere trophische Störungen die praktische Gebrauchsfähigkeit, nicht nur der gelähmten Partien, sondern auch des ganzen Gliedes, verunmöglichen. Ist man bei solchen Fällen sicherer Regeneration des Nervs berechtigt, von Besserung zu sprechen?

Björkstén, Foerster, Herbig und andere beurteilten die Spätergebnisse von Nervenoperationen ausschließlich nach der *motorischen Funktion*, da diese als das zuverlässigste Zeichen von Restitution anzusehen seien, vorausgesetzt, daß den sogenannten Ersatzbewegungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werde, die zu Mißdeutungen Anlaß geben könne (zit. nach *Björkstén*). Dieses Kriterium der Beurteilung ist zweckmäßig, solange sich die Fragestellung (wie z. B. bei *Björkstén*) auf Regenerationsgeschwindigkeit, auf die Zeitspanne bis zu ihrem Beginn, auf ihre Abhängigkeit von Operationstermin usw. richtet. Keinesfalls dürften aber auf diese Weise erhaltene Zahlen aus ihrem Zusammenhang gerissen und in das Schema «Operationserfolg oder -mißerfolg» gepreßt werden.

Ehalt fordert, daß bei der Beurteilung von Behandlungsergebnissen eine scharfe Trennung in gleichartige Verletzungen gemacht werden müsse, weil nur dann eine genaue Vergleichsbasis möglich sei. Quetschungen und Durchtrennungen – und hier wieder teil-

weise und totale – müßten auseinandergehalten werden. Ebenso müsse unterschieden werden, ob die Nervennaht primär oder später gemacht worden sei. Außerdem bekomme man viel zu ungenaue Resultate, wenn nur von Erfolg und Mißerfolg gesprochen werde.

Bei der Beurteilung der Spätresultate von Nervenoperationen aus unserem Krankengut berücksichtigten wir *das Wiedererscheinen sowohl der motorischen als auch der sensiblen Funktion*. Ferner achteten wir darauf, ob und in welchem Ausmaß *trophische Störungen oder Schmerzen* als Dauerzustand zurückgeblieben sind.

In die Rubrik «Heilung» reihten wir all die Fälle ein, bei denen sich durch Regeneration des Nervs die motorische und sensible Funktion soweit wieder hergestellt hatte, daß die praktische Gebrauchsfähigkeit des Gliedes in keiner Weise beeinträchtigt ward. Es wurden also auch solche Verletzte als geheilt betrachtet, wo zwar noch ein leichter Sensibilitätsausfall, Fehlempfindung oder eine leicht schmerzhaft Narbe zurückblieben. Es ist ja bekannt (*Foerster, Tinel, Ehalt*), daß die Sensibilität nur in den wenigsten Fällen wieder ganz normal wird.

Die Rubrik «Besserung» und «Mißerfolg» unterteilen wir in je 2 Gruppen, um ein genaueres Bild der Behandlungsergebnisse geben zu können. Unter «wesentlicher Besserung» finden sich diejenigen Verletzungen eingereiht, bei welchen für den praktischen Gebrauch des Gliedes wichtige Funktionen *zum größten Teil* wieder hergestellt sind, während die Kategorie «teilweise Besserung» solche Fälle enthält, bei denen nur einzelne für den Gebrauch wichtige Funktionen zurückgekehrt sind. Wenn wir auch die Mißerfolge unterteilten, geschah dies, um zu zeigen, bei wieviel Patienten eine klinisch nachweisbare Regeneration des Nervs eintrat, die aber dem Betreffenden von keinerlei praktischem Nutzen war.

Die Behandlungsergebnisse nach Nervenoperationen, wie sie in den folgenden Tabellen aufgeführt sind, sind als Endresultate zu betrachten. Die Beobachtungszeit nach der Operation betrug mindestens 2 Jahre. Daß dies eine genügend lange Zeitspanne ist, hat *Björkesten* an Hand eines sehr großen Krankenmaterials eindrücklich dargelegt; er schreibt unter anderem: «Es stellte sich bei den Untersuchungen heraus, daß eine Beobachtungszeit von einem halben Jahr nicht genügt, um ein auch nur annäherungsweise richtiges, positives Resultat zu erzielen. Dieses scheint erst nach wenigstens einem Jahr verhältnismäßig konstant zu sein. Das qualitative Resultat verändert sich noch während des zweiten Jahres nach der

Naht, scheint aber am Ende desselben eine stabile Lage erreicht zu haben, die dann nicht mehr wesentlich verrückt wird.»

B. Die totale Nervennaht

Von den 117 Nervenverletzungen wurden 55 mit einer totalen Nervennaht versorgt. 48mal lag eine völlige Durchtrennung des Nervs vor. In 5 Beobachtungen waren es partielle Durchtrennungen, bei welchen es nach Abtragung eines der Regeneration im Wege stehenden Neuroms ebenfalls zur Naht des ganzen Nervs kam. Zweimal wurde ein Neurom exzidiert, das nach Primärnaht entstanden war.

Bei der Beurteilung der Spätresultate müssen 4 Beobachtungen ausgeschieden werden, weil zwischen Operation und letzter Untersuchung weniger als zwei Jahre liegen.

Die Naht wurde 27mal primär und 24mal sekundär angelegt.

In den Tabellen 6 und 7 sind die Beobachtungen einzeln aufgeführt und nach den verschiedenen Nerven und der Lokalisation der Verletzung geordnet. Bei den Spätnähten verstrich zwischen Unfall und Operation eine Zeitspanne von einem Monat bis $3\frac{1}{3}$ Jahren. 7 Fälle wurden später als 6 Monate nach dem Unfall operiert. In keinem dieser Fälle kam es zu einer Besserung.

Die Wundheilung erfolgte bei den Spätnähten (Operationswunde) mit einer Ausnahme per primam intentionem, während dies bei den Primärnähten nur bei zwei Drittel der Fälle geschah. Es handelt sich um 7 ps-Heilungen; nur bei 2 von ihnen kam es in der Folge zu einer gewissen Besserung der Nervenfunktion, während von den übrigen primär genähten Fällen mehr als die Hälfte eine Besserung zeigten.

Diese Zahlen sind viel zu klein, um aus ihnen zwingende Schlüsse ziehen zu können. Wir möchten aber bei dieser Gelegenheit auf die größeren Statistiken verweisen (*Spurling* und *Woodhall*, *Bunnell*) sowie auf die allgemeinen Äußerungen in der Literatur, aus welchen eindeutig hervorgeht, daß eine Infektion nach Nervennaht auf das Endergebnis einen ungünstigen Einfluß hat. So schreibt z. B. *Ehalt*: «Eine Heilung pp ist unter allen Umständen anzustreben, denn bei Infektion ist das Ergebnis der Nervennaht auf jeden Fall schlecht, und auch die Aussichten für eine sekundäre Naht sind dann sehr ungünstig. Das ist vielleicht der Grund, warum von manchen Stellen, die Mißerfolge nach Infektionen gesehen haben, die Sekundärnaht des Nervs gefordert wird.»

Vergleichen wir nun die Resultate der 27 Primärnähte mit denen der 24 Spätnähte, so kann man feststellen, daß die Primärnähte in

Tabelle 6: Resultate von

Nerv	Anzahl	Ort der Naht	Anzahl	Nr.	Motilität
Ulnaris	10	Oberarm Ellenbogen Vorderarm	1	V/6818/42	— r
			1	I/8327/46	— r
			2	I/27484/46	—
		Handgelenk	6	V/6102/50	(+)
				VIII/10929/49	r
				VII/12385/43	—
				VI/16315/49	+
				III/3983/49	(+) +
				IX/3049/49	—
				VII/8976/49	—(+) +
Total			10		
Medianus	13	Oberarm Ellenbeuge	1	V/6818/42	— r
			3	VI/12712/43	—
				I/7941/47	—
		Handgelenk	9	VI/17540/49	— r
				VII/2970/45	(—) r
				IV/8901/43	—
				VIII/9542/47	(+) +
				VIII/9920/45	—
				II/7945/46	—
				VIII/8281/49	(+)
				VII/12385/43	—
				VI/16315/49	—
				IX/765/47	—
Total			13		
Radialis	3	Oberarm	3	I/22624/48	— +
				VI/20551/47	(+) r
				V/6818/42	r r
Total			3		
Peroneus	1	Knie	1	II/2035/46	(+) +
Total aller Primärnähte	27				

+ = Heilung (+) + = wesentliche Besserung — + = teilweise Besserung

unserem Krankengut deutlich bessere Endergebnisse zeigen als die Spätnähte. Bei den letztern kam es nur in 4 Fällen, also in 17%, zu einer Besserung, wobei diese nur in einem einzigen Falle als we-

27 totalen Primärnähren

Sensibilität	trophische Störungen	Schmerzen	Heilung	Besserung		Mißerfolg		Zeit der Beobachtung in Jahren
				wesentliche Besserung	teilweise Besserung	geringe B. ohne pr. N.	keine Besserung	
(+)+	leicht				1			7
—	leicht				1			4
—(+)	schwer					1		3½
—(+)						1		2
(+)+					1			2
—							1	3
—(+)	leicht				1			2¾
—(+)					1			3
—	leicht						1	2
—(+)	leicht					1		2
			0		5	3	2	
						5		
—+	leicht	leicht			1			7
—	leicht	leicht					1	6
—	leicht	leicht					1	2½
—(+)					1			2
—+				1				4
—(+)		leicht			1			8
—(+)					1			2¼
—	schwer	leicht					1	6¼
—	leicht						1	3¼
—(+)	leicht					1		4¼
—							1	3
—	leicht						1	2¾
—(+)	leicht					1		3
			0	1	4	2	6	
				5		8		
—+					1			3¾
—+				1				3
++			1					7
			1	1	1			
++	leicht			1				
			1	3	10	5	8	
				13		13		

—(+) = geringe Besserung ohne praktischen Nutzen — = keine Besserung

sentlich bezeichnet werden konnte. Betrachtet man bloß den N. ulnaris und N. medianus, so findet sich nur eine Verletzung, die überhaupt eine gewisse Besserung erfuhr. Bei den primär genähten

Tabelle 7: Resultate von

<i>Nerv</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Ort der Naht</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Nr.</i>	<i>Motilität</i>	<i>Sensibilität</i>
Ulnaris	12	Oberarm Ellbogen	1	III/8088/40	—	—
			3	II/3494/51	—	—+
				VII/3446/44	—(+)	—
				I/7941/47	—	—+
		Vorderarm Handgelenk	1	IX/10930/47	—	—
			7	IX/5985/35	—(+)	—(+)
				VI/2457/46	—	—
				IX/12790/43	—+	—+
				IV/3448/43	—	—
				VII/27170/47	—(+)	—(+)
Total			12	VII/8976/49	—(+)	—
				VIII/3055/45	—(+)	—(+)
Medianus	7	Vorderarm Handgelenk	1	I/30063/47	—	—(+)
			6	III/13828/48	—	—
				IX/16033/49	—	—+
				IV/394/38	—	—
				IX/13629/43	—	—(+)
				III/3394/43	—	—
Total			7	VI/11048/46	—	—
Radialis	3	Oberarm Ellenbeuge Abgang Ra- mus prof.	1	V/9322/48	(+)+	—+
			1	VI/17540/49	—+	—+
			1	V/11605/49	—(+)	
Total			3			
Peroneus	1	Knie	1	IX/9263/44	—+	—(+)
Ischiadicus	1	Oberschenkel	1	II/2311/41	—	—(+)
Total aller Spätnähte	24					

Heilung (+)+ wesentliche Besserung —+ = teilweise Besserung

Fällen besserten mehr als die Hälfte; betrachtet man den N. ulnaris und N. medianus allein, so sind es wesentlich mehr als ein Drittel.

Auch hier sind die Zahlen zu klein, um aus ihrer Gegenüberstellung etwas Gütiges aussagen zu können, ob jetzt tatsächlich die

24 totalen Spätnähten

trophische Störungen	Schmerzen	Heilung	Besserung		Mißerfolg		Zeit der Opera- tion nach Un- fall in Monaten	Zeit der Beobachtung in Jahren
			wesentliche Besserung	teilweise Besserung	geringe Bes. ohne pr. N.	keine Besserung		
schwer					1	1	3	2
					1		1	2
leicht	leicht				1		10	5
					1		6	2 1/2
						1	4	2 2/3
leicht	stark				1		2	9
						1	8	3 1/4
leicht	leicht			1			6	6
						1	6	4
leicht					1		7	3
leicht					1		1	2
leicht					1		5	7
		0		1	7	4		
			1		11			
leicht	leicht				1		14	3
leicht	leicht					1	1	4
	leicht				1		2	2 1/3
leicht	stark					1	40	6
leicht	leicht				1		10	7
schwer	stark					1	2	5
leicht	leicht					1	4	6
		0	0		3	4		
					7			
	leicht		1				6	3
				1			1	2
					1		6	2 1/4
			1	1	1			
				1			4	4
leicht					1		3	5
		0	1	3	12	8		
			4		20			

—(+) = geringe Besserung ohne praktischen Nutzen — = keine Besserung

Primärnaht der Sekundärnaht vorzuziehen sei. Gerade in dieser Streitfrage wurden aus vielen großen Statistiken einander widersprechende Schlüsse gezogen, und die Autoren liegen einander in zwei Feldern gegenüber.

Foerster ist unbedingter Gegner jeder Primärnaht. Seine Statistiken beziehen sich allerdings nur auf Kriegsverletzungen. Ihm schließen sich *Nonne*, *Cassirer*, *Kirschner*, *Brun*, *Leichs*, *Morgen-thaler*, *Zülch*, *Zacharie*, *Kingma* und *Znithoff* *Djakarta*, *Holmes*, *Bunnell*, *Slessor* und in neuester Zeit die Amerikaner *Spurling* und *Woodhall* an.

Die meisten dieser Autoren begründen ihren Standpunkt damit, daß sie auf den ungünstigen Einfluß einer möglicherweise auftretenden Wundinfektion hinweisen. *Bunnell* geht noch weiter. Er führt aus, daß es bei jeder Nerven-naht, die in einem traumatisierten und potentiell infizierten Gewebe durchgeführt werde, zu einer recht groben Vereinigung der Nervenenden komme, auch wenn die Per-primam-Heilung der Wunde erfolge; der Grad der Restitution aber stehe in direkter Relation zur Genauigkeit, mit der die termino-terminale Adaptation erreicht werde. All jene mit der Primärnaht versorgten Kranken büßten also nach *Bunnell* hinsichtlich des Grades der Restitution einen Großteil ihrer Chancen ein.

Befürworter der Primärnaht sind: *Ehalt*, *Tillmann*, *Lehmann*, *Küttner*, *Herbig*, *Dumas*, *Kraus*, *Anglesio* und *Bruni*, *Polenow* und *Deery*. Die meisten dieser Autoren, und übrigens auch *Fontaine* und *Röttgen*, sind der Meinung, die Primärnähte sollten nur dann vorgenommen werden, wenn saubere Wundverhältnisse vorliegen, wenn der Nerv glatt durchtrennt sei und wenn eine primäre Wundheilung zu erwarten sei. *Kraus* allerdings ist der Ansicht, die Wundinfektion beeinträchtige das Endresultat nicht wesentlich, und er rät deshalb, den Nerv, wenn immer möglich, primär zu nähen.

Wenn wir die gesamten Behandlungsergebnisse der 51 totalen Nerven-nähte betrachten, so sind wir doch etwas erstaunt, daß nur bei einem einzigen Fall *praktische Heilung* eingetreten ist. Es handelt sich um eine primär ausgeführte Radialisnaht nach einer schweren Zahnradverletzung am Oberarm. Die gleichzeitig genähten N. ulnaris und N. medianus zeigten nur eine teilweise Besserung, so daß dem Versicherten – trotz der gelungenen Radialisnaht – eine Dauerrente von 40% ausbezahlt werden muß.

Nur bei 4 Verletzten zeigte sich eine *wesentliche* Besserung; unter diesen finden sich wieder 2 Radialisnähte. Zwei Drittel aller totalen Nerven-nähte waren *Mißerfolge*. Unter ihnen konnte bei der Hälfte der Fälle klinisch nachgewiesen werden, daß es zwar zu einer Regeneration des Nerven gekommen war; diese war aber in keinem Fall so groß, daß der Patient davon irgendwelchen praktischen Nutzen hatte.

Richten wir nun unser Augenmerk auf die nach totaler Nerven-
naht als Dauerzustand verbliebenen *trophischen Störungen und*
Schmerzen. Trophische Störungen fanden wir 28mal, 4mal handelt
es sich um schwere Formen, so daß die Betroffenen in ihrer Arbeits-
fähigkeit stark beeinträchtigt sind. Die leichteren Formen zeigen
vor allem vasomotorische Störungen, welche hauptsächlich in der
kalten Jahreszeit Beschwerden verursachen. Ferner finden sich
Atrophie der Hand und der Finger, die dann spitzer und dünner er-
scheinen, Brüchigkeit der Nägel, Fehlen der Schweißsekretion, ver-
mehrte Behaarung.

16 Versicherte klagen über mehr oder weniger starke Schmerzen.
Bei den schwereren Formen (3 Versicherte) handelt es sich um eine
für den Versicherten sehr lästige, schmerzhaft Überempfindlich-
keit der Haut. Berührungen, leichte Temperaturschwankungen, ja
die leisesten Reize lösen beim Patienten lästige ausstrahlende
Schmerzen aus. Bei den vielen leichteren Formen liegt eine schmerz-
hafte Narbe vor, die entweder auf Berührung oder auf Zug empfind-
lich ist.

Richten wir nun unsere Aufmerksamkeit noch kurz auf die Frage, welche
Nerven häufig und welche selten trophische Störungen und Schmerzen verursachen,
so ist auf Tabelle VI und VII leicht zu sehen, daß der Medianus am häufigsten be-
troffen ist, der Radialis dagegen am seltensten.

In untenstehender Tabelle sind die Zahlen der Beobachtungen nebeneinander-
gestellt und in Prozenten umgerechnet. Peroneus und Ischiadicus seien hier nicht
berücksichtigt, weil es sich bei diesen Nerven nur um Einzelbeobachtungen handelt.

Tabelle 8

<i>Zahl der Beobachtungen</i>		<i>Zahl der Beobachtungen mit trophischen Störungen und (oder) Schmerzen</i>
Medianus . . .	20	16 = 80%
Ulnaris . . .	22	12 = 55%
Radialis . . .	6	1 = 17%
Total . . .	48	29 = 60%

C. Die partielle Naht

Bachmann schreibt: «Unsere Beobachtungen haben ergeben, daß
zwischen totalen und partiellen Nervenmähten prognostisch kein
wesentlicher Unterschied besteht.»

Wir haben die partiellen Nähte trotzdem von den totalen ge-
sondert, weil die Beurteilung ihrer Spätresultate bedeutend heikler

Tabelle 9: Behandlungsergebnisse

<i>Nerv</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Art der Naht</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Nr.</i>	<i>Motilität</i>	<i>Sensibilität</i>
Ulnaris	3	Primärnaht Sekundärn.	1	VII/19407/48	(+) +	— +
			2	IX/1086/49	(+) +	—
				IX/5957/43	(+) +	— +
Total			3			
Medianus	6	Primärnaht	4	II/2486/46	— +	— +
				IV/18127/47	— +	— +
				III/3983/49		— +
		Sekundärn.		IX/3049/49	—	—
			2	I/16513/43	(+) +	—
				VIII/3055/45	+	
Total			6			
Total aller partiellen Nervennahte	9					

+ — Heilung (+) + — wesentliche Besserung — + = teilweise Besserung

ist. Man muß sich nämlich vergegenwärtigen, daß die Gewalt, welche einen Teil des Nerven durchtrennt, oft auch den nicht zerteilten Rest desselben schädigen kann. Die leichteste Form einer solchen Schädigung ist die *Commotio nervi*, der in seiner Kontinuität erhaltene Teil kann aber auch gequetscht sein oder durch entstehendes Narbengewebe komprimiert werden. Es ist nun äußerst schwierig festzustellen, ob eine solche zusätzliche Schädigung im gegebenen Falle vorliegt oder nicht, und selbst wenn man eine solche feststellen kann, wird es kaum möglich sein zu erkennen, welche neurologischen Ausfallserscheinungen nun durch die Durchtrennung selbst verursacht sind. Wird nun ein auf diese Weise verletzter Nerv partiell genäht, und es tritt in der Folge eine Besserung der Symptome ein, so wird der eher optimistisch eingestellte Begutachter dazu neigen, diesen Erfolg zugunsten der Naht zu buchen. Umgekehrt kann der genähte Anteil des Nerven zwar regenerieren, aber trotzdem kommt es nur zu einer unbedeutenden Besserung, weil für den praktischen Gebrauch des Gliedes wichtige Leitungsbahnen im unzerlegten Abschnitt des Nerven unterbrochen bleiben.

von 9 partiellen Nervennähten

trophische Störungen	Schmerzen	Heilung	Besserung		Mißerfolg		Zeit der Opera- tion nach Un- fall in Monaten	Zeit der Beobachtung in Jahren
			wesentliche Besserung	teilweise Besserung	geringe Bes. ohne pr. N.	keine Besserung		
leicht	stark			1				2 $\frac{2}{3}$
	leicht		1	1			6	2 $\frac{1}{3}$
							2	4
		0	1	2		0		
				3				
				1				6
				1				3
				1		1		3
				1				2
		1		1			2	6 $\frac{1}{2}$
							5	7
		1		4		1		
			4	4	1			
		1	1	6	0	1		
				7		1		

—(+) = geringe Besserung ohne praktischen Nutzen

— = keine Besserung

Aus diesen Gründen wollen wir die Resultate der partiellen Nervennähte mit größter Vorsicht betrachten.

In Tabelle 9 finden sich 9 Beobachtungen partieller Nervennähte zusammengestellt. 5mal wurde primär und 4mal sekundär operiert, wobei zwischen Unfall und Operation nie mehr als ein halbes Jahr verstrichen war. Bei allen primär Operierten heilte die Wunde pp.

Dies sind eher günstige Voraussetzungen, die vielleicht eine Rolle spielen, so daß die Behandlungsergebnisse besser sind als die der totalen Naht. Wenn auch nur ein einziger Mißerfolg gezählt werden kann, so sind die Resultate aber dennoch keineswegs befriedigend: Eine einzige Operation führte zu einer praktisch vollständigen Regeneration des Nerven; aber durch unglücklichen Zufall bleibt der Operierte dennoch invalid, weil der gleichzeitig mit totaler Naht versorgte Ulnaris seine Funktion nie wieder aufgenommen hat. 7 Operationen führten zu einer Besserung, wobei aber bei 6 Patienten nur einzelne, für den Gebrauch des Gliedes wichtige, Funktionen zurückgekehrt sind.

Tabelle 10: Behandlungsergebnisse

<i>Nerv</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Ort der Schädigung</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Nr.</i>	<i>Motilität</i>	<i>Sensibilität</i>
Ulnaris	6	Ellenbogen	5	II/8680/47	— +	— +
				IX/15629/45	—	—
				IV/5924/47	(+) +	+ +
				VI/8675/47	—	—
		Handgelenk	1	IX/10714/44	—	(+) +
				IV/1622/43	—	— (+)
Total			6			
Medianus	7	Ellenbeuge	2	VIII/1267/45	—	— (+)
				VII/221/43	(+) +	— —
		Handgelenk	5	IV/5912/48	—	—
				VI/18876/49	+	— (+)
				III/3736/42		+
				II/8587/42	—	—
				III/13838/40	—	—
Total			7			
Radialis	6	Oberarm	6	V/109913/39	—	—
				III/14934/49	—	—
				VIII/11499/48	— (+)	—
				VII/22282/45	+ r	r
				I/20457/43	+	+
				IX/10714/44	+	+
Total			6			
Total aller Neurolysen	19					

+ = Heilung (+) + = wesentliche Besserung — + = teilweise Besserung

D. Die Neurolyse

21 Nervenverletzungen wurden mit Neurolyse versorgt. Bei 4 Patienten mußte die Operation wiederholt werden, da durch die erste Freilegung keine Besserung erzielt worden war. Diese Reoperationen werden natürlich bei der Auswertung der Resultate nicht gesondert betrachtet, weil sonst das Gesamtergebnis verfälscht würde. Zwei Beobachtungen scheiden zum vornherein für die Beurteilung aus. Der eine Verunfallte wurde zum letztenmal 3 Monate

trophische Störungen	Schmerzen	Heilung	Besserung		Mißerfolg		Zeit der Opera- tion nach Un- fall in Monaten	Zeit der Beobachtung in Jahren
			wesentliche Besserung	ie-larise Besserung	geringe Bes. ohne pr. N.	keine Besserung		
leicht				1			3	3
schwer	leicht		1			1	2	2
leicht	leicht						6	3
	stark			1		1	4/9	4
					1		9	4
							8	3
		0	1	2	1	2		
			3		3			
leicht	stark				1		7	7
schwer	leicht			1			2/5	7
leicht						1	3	3
	stark			1			34	2 1/2
leicht	leicht			1			10	6
leicht	stark					1	19/36	6
						1	5	10
		0		3	1	3		
			3		4			
						1	6	8
						1	1/4/6	2 1/3
		1			1		8	2 3/4
		1					26	4 1/4
		1					6	3
							0	7
		3		0	1	2		
					3			
		3	1	5	3	7		
			6		10			

—(+) = geringe Besserung ohne praktischen Nutzen

— = keine Besserung

nach der Operation untersucht, beim andern war die Indikationsstellung derart ungewöhnlich, daß das schlechte Resultat nicht mit den andern Ergebnissen verglichen werden kann.

Die 19 restlichen Beobachtungen sind in Tabelle 10 geordnet und einzeln aufgeführt. Zweimal wurde gleichzeitig mit der äußern Neurolyse die sog. innere ausgeführt, eine Operationsmethode, welcher vor allem Foerster eine gewisse Bedeutung zumißt.

Wenn wir nun unsere Aufmerksamkeit auf die in Tabelle 10

dargestellten Behandlungsergebnisse richten und diese mit andern Statistiken vergleichen, so wollen wir uns stets an das mahnende, kritische Wort *Tinels* erinnern:

«Les résultats de la libération fournis par les différentes statistiques sont très variables, car elles portent en réalité sur des interventions pratiquées pour des cas très dissemblables, et nous ne croyons pouvoir y attacher aucune valeur. Notre impression est qu'un grand nombre de libérations faites étaient complètement inutiles, et nous avons vu très souvent libérer des nerfs en voie normale de régénération.»

Trotz dieser Mahnung *Tinels* und trotz der Tatsache, daß unseren Betrachtungen die etwas spärliche Zahl von 19 Beobachtungen zugrunde liegt, sind wir über die schlechten Resultate nicht wenig erstaunt, besonders, wenn wir sie mit den Ergebnissen *Foersters* vergleichen.

Von den 188 Neurolysen, die er statistisch auswertete, führten 145, also 77% zu einer Heilung der motorischen Lähmung, ein im Vergleich zu unsern Resultaten – bei welchen die 3 Heilungen nur 16% ausmachen – verblüffend hoher Prozentsatz. Besserungen sah er 39mal (= 21%), und nur 4 Operationen (= 2%) bedeuteten einen Mißerfolg, während in unsern Beobachtungen mehr als die Hälfte der Operationen ohne Erfolg blieb. Um eine strengere Gegenüberstellung dieser Resultate zu erhalten, führe ich die Behandlungsergebnisse für die einzelnen Nerven getrennt auf:

	Resultate Foersters		eigene Beobachtungen	
	Zahl der Operationen	Heilung	Zahl der Operationen	Heilung
Ulnaris	24	67%	6	0
Medianus . . .	31	84%	7	0
Radialis . . .	31	80%	6	50%

Es ist schwer zu sagen, weshalb die Zahl der von uns beobachteten Heilungen nach Neurolyse so klein ist. Vielleicht gibt *Tinel*, der offenbar ähnliches beobachtete, eine Erklärung, wenn er schreibt: «La libération réussit rarement aussi dans les névrites graves et anciennes. Il existe presque toujours dans ces cas des lésions interstitielles du nerf sur lesquelles la libération se trouve sans action.»

E. Gesamtbetrachtung der Operationsergebnisse und ihre Verteilung auf die einzelnen Nerven

Von den von uns beobachteten 117 Nervenverletzungen wurden 94 operativ angegangen. 9mal konnte aus technischen Gründen eine Operation am Nerv selbst nicht durchgeführt werden (vgl. Kap. V).

6 Beobachtungen sind für die Beurteilung der Resultate unbrauchbar, so daß für unsere Gesamtbetrachtung 79 Operationsergebnisse in Tabelle 11 zusammengestellt werden konnten. Ihre Verteilung auf die einzelnen Operationen ist in Abb. 1–5 aufgezeichnet.

Tabelle 11
Behandlungsergebnisse von 79 Nervenoperationen

Operation	Nerv	Zahl Fälle	Hei- lung	Besserung		Mißerfolg	
				Wesent- liche Besse- rung	Teil- weise Besse- rung	geringe Besse- rung ohne prakt. Nutzen	Keine Besse- rung
Totale Naht	primär						
	Ulnaris . .	10	—	—	5	3	2
	Medianus .	13	—	1	4	2	6
	Radialis .	3	1	1	1	—	—
	Peronaeus .	1	—	1	—	—	—
	sekundär						
	Ulnaris . .	12	—	—	1	7	4
	Medianus .	7	—	—	—	3	4
	Radialis .	3	—	1	1	1	—
	Peronaeus .	1	—	—	1	—	—
	Ischiad. .	1	—	—	—	1	—
	Total . .	51	1	4	13	17	16
Partielle Naht	Ulnaris . .	3	—	1	2	—	—
	Medianus .	6	1	—	4	—	1
	Total . .	9	1	1	6	—	1
Neurolyse	Ulnaris . .	6	—	1	2	1	2
	Medianus .	7	—	—	3	1	3
	Radialis .	6	3	—	—	1	2
	Total . .	19	3	1	5	3	7
			5	6	24	20	24
Gesamttotal 79			5	30		44	

Nur 5 von 79 Operationen (6%) führten zu einer praktisch vollständigen Restauration; bloß 6mal (8%) wurde eine wesentliche Besserung erzielt. Untersucht man aber die Ergebnisse mit dem wohl allzu groben Maßstab Erfolg Mißerfolg, wie dies viele Autoren tun (vgl. Tabelle 5), so scheinen die Operationsresultate wesentlich besser zu sein, und die errechneten Zahlen von 44% Erfolgen und 56% Mißerfolgen fügen sich ohne Widerspruch in die großen Statistiken ein.

Wenn wir nun auf die Frage kurz eingehen, wie sich die Operationsresultate auf die einzelnen Nerven verteilen, werden der N. ischiadicus und der N. peronaeus nicht berücksichtigt, weil diese

Nerven nur 3mal operativ angegangen worden sind. Beim Vergleich von Abb. 6, 7 und 8 springt in die Augen, daß am Radialis die besten Operationsresultate erzielt worden sind. Die Tatsache, daß bei der Radialisoperation die Erfolgsaussichten im Vergleich zu Medianus und Ulnaris die besten sind, wird an Hand viel größerer Statistiken von *Foerster*, *Ranschburg*, *Björkesten* und andern bestätigt. Am Medianus und Ulnaris ergaben die Operationen keine allzu unterschiedlichen Resultate, obwohl ja der Ulnaris in den oben zitierten großen Statistiken eine eindeutig schlechtere Heilungstendenz zeigt als die zwei anderen Nerven.

V. Verlauf von Nervenverletzungen ohne Operation am Nerv

Bei der Betrachtung des Verlaufs dieser aus den mannigfaltigsten Gründen konservativ behandelten Nervenschädigungen muß man sich vor Augen halten, daß diese Gruppe gleichsam einen Sammeltopf von Krankengeschichten darstellt.

Einmal ist es meist sehr schwierig, manchmal unmöglich, eine genaue Diagnose der anatomischen Nervenschädigung stellen zu können, solange der Nerv nicht operativ angegangen worden ist, da ja z. B. auch bei totaler Unterbrechung aller Leitungsbündel der Nerv keineswegs durchtrennt zu sein braucht.

Ferner ist das weitere Vorgehen hinsichtlich Behandlung derart unterschiedlich, die Gründe, weshalb nicht operiert wurde, sind so verschieden, daß wir es unterlassen, diese Gruppe von Beobachtungen allzu detailliert zu gliedern. Trotz diesen Einschränkungen wird es von gewissem Interesse sein, wenn wir kurz etwas über den Verlauf und Ausgang dieser manchmal leichten, oft aber sehr schweren Nervenverletzungen berichten.

Es handelt sich um 32 Verletzungen, davon 2 geschlossene und 30 offene. Ihre Verteilung auf die einzelnen Nerven ist in Tabelle I dargestellt.

Bei 9 Verletzten wurde eine Operation vorgenommen, ohne daß am Nerv selbst etwas gemacht wurde:

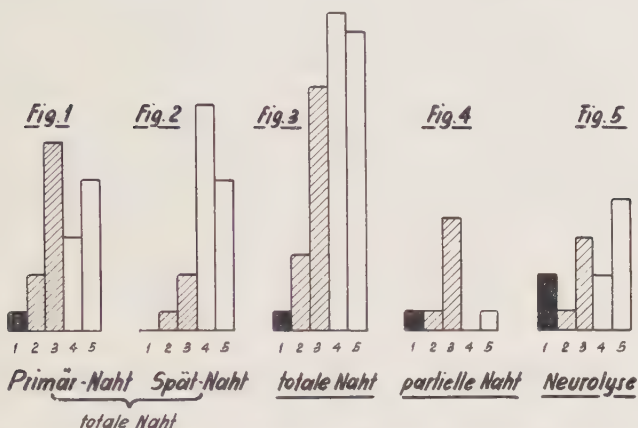
Bei 6 totalen Durchtrennungen versuchte man den Nerv zu nähen, was aber 2mal mißlang, weil der distale Stumpf nicht gefunden werden konnte; 3mal war die Diastase zwischen den Nervenenden zu groß, um eine Wiedervereinigung vornehmen zu können.

Bei 2 Narbenkompressionen wollte man eine Neurolyse durchführen, der Nerv konnte aber nicht gefunden werden.

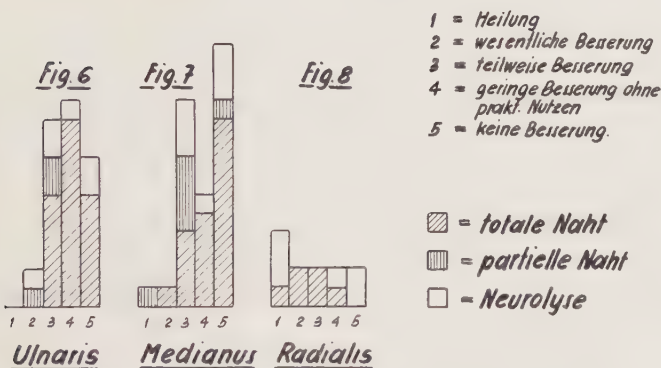
Bei 2 Versicherten schließlich fand man einen makroskopisch völlig intakten Nerv, obwohl klinisch beide Verunfallten die

- 1 = Heilung
 2 = wesentliche Besserung
 3 = teilweise Besserung
 4 = geringe Besserung ohne prakt. Nutzen
 5 = keine Besserung

- = Heilung
 ▨ = Besserung
 □ = Mißerfolg



Verteilung der Operationsergebnisse auf die einzelnen Operationen.



Verteilung der Operationsergebnisse auf die einzelnen Nerven.

Symptome einer totalen Leitungsunterbrechung im Nerv zeigten. Der eine hatte sich durch Schlag mit einem Holzstück eine Radialislähmung, der andere durch Stich mit einer Schere ins Handgelenk eine Ulnarislähmung zugezogen.

Bei keinem dieser 9 Verletzten besserten sich während der folgenden Jahre die Lähmungserscheinungen.

Bei den restlichen 23 Nervenschädigungen handelt es sich – außer 2 totalen Durchtrennungen – um Quetschungen, Narben-

kompressionen, partielle Durchtrennungen leichteren oder schwereren Grades. Oft ist es unmöglich zu erkennen, welche Schädigung im gegebenen Fall vorliegt.

All diese Verletzungen konnten über zwei Jahre lang beobachtet werden, so daß kaum mehr eine Besserung erwartet werden kann.

Die Symptome dieser 23 konservativ behandelten Lähmungen gingen nur bei 3 Patienten soweit zurück, daß sie als geheilt betrachtet werden können; bei weiteren 4 Patienten besserten sich die Lähmungserscheinungen, während es 16mal zu keinerlei Besserung kam. Diese Resultate verteilen sich auf die einzelnen Nerven wie folgt:

	<i>Heilung</i>	<i>Besserung</i>	<i>keine Besserung</i>	<i>Total</i>
Ulnaris	1	2	5	8
Medianus	2	1	8	11
Radialis		1	2	3
Saphenus			1	1
	3	4	16	23

VI. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde an Hand von 103 Krankengeschichten aus dem Verletztengut der Suva über Verlauf und Ausgang von 117 peripheren Nervenverletzungen berichtet, wobei die Behandlungsergebnisse nach den verschiedenen Nervenoperationen besonders besprochen und mit den Resultaten verschiedener Autoren verglichen wurden.

Bei den Unfällen, die zu Nervenschädigungen führten, waren über drei Viertel durch Einwirkung scharfer Gewalt verursacht. Die meisten Läsionen waren Schnittwunden, fast die Hälfte davon waren Glasscherbenverletzungen.

Nicht ganz die Hälfte aller betroffenen Nerven waren total durchtrennt, bei den übrigen Schädigungen handelte es sich um partielle Durchtrennungen, Quetschungen und Narbenkompressionen. Von 5 Ausnahmen abgesehen, waren nur Nerven der oberen Extremitäten betroffen. Die weitaus häufigste Lokalisation der Nervenverletzungen lag im Bereich des Handgelenks.

Begleitverletzungen an Sehnen, Muskeln, Arterien und Knochen wurden bei 60% der Patienten beobachtet.

Bei der Beurteilung sämtlicher Operationsergebnisse berücksichtigten wir sowohl das Wiedererscheinen der motorischen als auch der sensiblen Funktion. Ferner achteten wir darauf, ob und in welchem Ausmaß trophische Störungen und Schmerzen als Dauerzustand

zurückgeblieben waren. Als Maßstab diente in erster Linie der Grad der Wiederherstellung der praktischen Gebrauchsfähigkeit des Gliedes.

Die im Minimum zwei Jahre lang beobachteten Operationsergebnisse wurden in 3 Gruppen eingeteilt: Heilung, Besserung und Mißerfolg. Die beiden letzten Rubriken wurden in je 2 Untergruppen unterteilt.

Für die Beurteilung der Behandlungsergebnisse wurden 51 *totale Nerven*nähte berücksichtigt. Eine einzige Operation führte zu praktischer Heilung der Lähmungserscheinungen, 4mal wurde eine wesentliche Besserung beobachtet, während zwei Drittel der Eingriffe einen Mißerfolg ergaben.

Die 27 Primärnähte zeigten bessere Resultate als die 24 Spätnähte.

7 Operationen, die später als 6 Monate nach dem Unfall ausgeführt wurden, führten zu keinem Erfolg.

Eine ps-heilende Operationswunde beeinflusste das Spätresultat ungünstig.

31mal wurden meist leichte, selten schwere trophische Störungen und Schmerzen beobachtet; nach Medianusnaht waren diese Erscheinungen am häufigsten, nach Radialisnaht weitaus am seltensten zu sehen.

Nach *partiellen Nerven*nähten (9 Beobachtungen) waren die Spätergebnisse besser als nach totalen Wiedervereinigungen. Es werden die Gründe aufgeführt, weshalb solche Ergebnisse oft zu Unrecht als Operationserfolge gebucht werden.

Die 19 durchgeführten *Neurolysen* ergaben mehrheitlich schlechte Resultate; nur 3 Heilungen und eine wesentliche Besserung konnten beobachtet werden.

Die Behandlungsergebnisse der insgesamt 79 beurteilten Operationen finden sich in Tabelle 11 zusammengestellt.

Die Aufteilung der Operationsergebnisse auf die einzelnen Nerven zeigt (vgl. Abb. 6, 7 und 8), daß der Radialis am besten regenerierte, während beim Ulnaris und Medianus kein wesentlicher Unterschied hinsichtlich Restauration bestand.

Bei insgesamt 32 Verletzungen wurde *keine Operation am Nerv selbst* vorgenommen. Nur bei 3 Patienten heilten die Lähmungserscheinungen spontan, während es bei 4 Verletzten zu einer Besserung der Symptome kam.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

Anglesio und Bruni: Über die Ausgänge der Verletzungen peripherer Nerven. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2; 1939. — *Bachmann*: Über Nerven-nähte an den Extremitäten. Diss. Zürich 1949. — *Björkstén*: Suture of War Injuries to Peripheral Nerves. Clinical Studies of Results. Acta Chir. Scand., 95, Suppl. 119; 1947. — *Bodechtel, Krautzun und Kasmeier*: Grundrisse der traumatischen peripheren Nervenschädigungen. Stuttgart 1951. — *Borchardt*: Zit. *Foerster*. — *Brun*: Zit. *Foerster*. — *Bumke und Foerster*: Handbuch der Neurologie. Ergän-zungsband II, Berlin 1929. — *Bunnell*: Zit. *Morgenthaler*. — *v. Burg*: Einige Fälle von Operationen an verletzten Nerven aus dem Bezirksspital Langenthal. Diss. Lausanne 1951. — *Carayon et Bézès*: A propos de quelques paradoxes apparents de chirurgie nerveuse périphérique. Ref. Mém. Acad. Chir., 78, 515; 1952, Praxis, 41, 1013; 1952. — *Cassirer*: Zit. *Foerster*. — *v. Danckelman*: Wiederherstellungs-operation an den peripheren Nerven. Zbl. Chir., 53, 1926; 1939. — *Deery*: Ver-letzungen der peripheren Nerven. Surg. Clin. N. Amer., 21; 1941. Ref. Z. org. Chir., 104, 182; 1941. — *Dogliotti*: I processi riparativi delle lesioni dei nervi periferici. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2, 402; 1938. — *Dragotti*: Sulla rigenerazione dei nervi. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2, 469; 1938. — *Dumas*: Nervenverletzungen. Dauerresultate der chirurgischen Behandlung und Operationsanzeigen. Press. méd., 99; 1940. Ref. Z. org. Chir., 101, 59; 1941. — *Ehalt*: Behandlungsergebnisse von Verletzungen peripherer Nerven. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2, 418; 1938. — *Fontaine*: Die therapeutischen Anzeigen bei frischen und alten Nervenverletzungen. Bull. méd., 1940. Ref. Z. org. Chir., 100, 460; 1940. — *Fontaine und Dany*: Réflexions à propos de 116 blessures anciennes des nerfs périphériques. Etude anatomo-clinique des syndromes déficitaires et associés. Résultats thérapeutiques. Ref. Surgery of Excerpta medica, 3, 1264; 1949. — *Foerster*: Die Verletzungen der peripheren Nerven. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2, 325; 1938. — *Hanke*: Zit. *Morgenthaler*. — *Herbig*: Zit. *Ehalt*. — *Herzog*: Zit. *Foerster*. — *Hofmann*: Zit. *Foerster*. — *Jenny*: Das Carpal-tunnelsyndrom als Unfallfolge. Mschr. Psychiatr. Neurol., 125, 514; 1953. — *Jent*: Experimenteller Beitrag zum Problem der Wiederherstellung von traumatischen Läsionen peripherer Nerven. Helv. Chir. Acta, 15, 108, 1948. — *Kakula*: Zit. *Foerster*. — *Kingma, Zuithoff Djakarta*: War Injuries of Peripheral Nerves. Pol. psychiatr. néerl., 55, 1; 1952. Ref. Z. org. Chir., 126, 48; 1952. — *Kirschner*: Zit. *Foerster*. — *Kraus*: Behandlungsergebnisse von Verletzungen peri-pherer Nerven mit besonderer Berücksichtigung der Schußverletzungen der Jahre 1919, 1927 und 1934. Arch. klin. Chir., 199, 318; 1940. Ref. Z. org. Chir., 101, 121; 1941. — *Künzel*: Zit. *Foerster*. — *Küttner*: Zit. *Ehalt*. — *Lehmann*: Zit. *Ehalt*. — *Leriche*: La chirurgie de la douleur. Paris 1940. — *Mauss und Krüger*: Zit. *Foerster*. — *Mexberg*: Zit. *Foerster*. — *Morgenthaler*: Zur Frage der primären und postprimären Nervennaht bei peripheren Nervenverletzungen. Schweiz. med. Wschr., 81, 418; 1951. — *Moro*: Zit. *Foerster*. — *Nigst*: Die traumatische Neuritis des N. ulnaris. Helv. chir. Acta, 20, 37; 1953. — *Nonne*: Zit. *Foerster*. — *Pelz*: Zit. *Foerster*. — *Perthes*: Zit. *Foerster*. — *Polenov*: Wertung der operativen Eingriffe am peripheren Nervensystem der Extremitäten nach Verletzungen derselben im Lichte klinischer und experimenteller Beobachtungen. Acta med UdrSS, 3; 1940. Ref. Z. org. Chir., 104, 70; 1941. — *Ranschberg*: Zit. *Foerster*. — *Ranzi*: Zit. *Foerster*. — *Roeper*: Zit. *Foerster*. — *Rosl*: Zit. *Foerster*. — *Schönbauer, L.*: Behandlung und Nachbehandlung von Nervenverletzungen. Wien. klin. Wschr., 103; 1943. — *Slessor*: Peripheral Nerve Injuries. Yearbook of General Surgery, 39, 123; 1952. — *Spilmeyer*: Zit. *Foerster*. — *Spurling and Woodhall*: Zit. *Foerster*. — *Steinthal*: Zit. *Foerster*. — *Stoffel*: Zit. *Foerster*. — *Stracker*: Zit. *Foerster*. — *Tillmann*: Einiges für den Praktiker aus der peripheren Unfallneurologie. Praxis, 34, 127; 1945. — *Tinel*: Affections traumatiques des nerfs. Nouveau Traité de Médecine,

21, 1–247; 1927. — *Troell und Bohmann*: Erfahrungen in der schwedischen Reichsversicherungsanstalt über Verletzungen peripherer Nerven. 8. internat. Kongr. Unfallmed. Berufskrankh., 2, 448; 1938. — *Woodhall*: Peripheral Nerve Surgery. Progr. in Neur. and Psychiatry, 6, 279; 1951. — *Zacharie und Holmes*: Suture primitive des nerfs. Revue d'Orthop., 33, 160; 1947. — *Zülch*: Kriegsverletzungen der peripheren Nerven, ihre Diagnostik und chirurgische Behandlung. Med. Klin., 985; 1942. Ref. Z. org. Chir., 109, 332; 1943.

Ich möchte nicht versäumen, Herrn PD Dr. *F. Jenny* für das mir in freundlicher Weise überlassene interessante Thema sowie für seine wertvolle Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Dankbar bin ich ferner Herrn Dr. *A. Tillmann* und der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt für die Überlassung des interessanten Aktenmaterials.

Curriculum vitae

Am 6. August 1926 wurde ich in Kriegstetten (Kanton Solothurn) geboren. Hier besuchte ich die Primarschule. Nach Absolvierung des Gymnasiums in Solothurn bestand ich dort im Herbst 1946 die Maturitätsprüfung. Die fünf vorklinischen Semester hörte ich in Freiburg und in Bern. Von den klinischen Semestern besuchte ich zwei in Basel, eines in Paris und vier in Zürich, wo ich im Herbst 1952 das Staatsexamen bestand.

